

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

06555 US
J1011 U.S. PTO
09/863447
05/24/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-155493

出 願 人

Applicant(s):

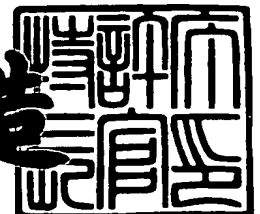
株式会社ニコン

#5
16 Nov 01
R. Tall

2001年 2月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3005060

【書類名】 特許願

【整理番号】 NK13224000

【提出日】 平成12年 5月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/02

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

 【氏名】 清水 房生

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社 ニコン

 【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

 【識別番号】 100084032

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三品 岩男

 【電話番号】 045(316)3711

【選任した代理人】

 【識別番号】 100087170

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 富田 和子

 【電話番号】 045(316)3711

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 011992

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904684

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】形状測定機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象を搭載するためのステージと、前記測定対象を撮像するための撮像部と、前記測定対象の測定すべき部位まで前記撮像部と前記測定対象とを相対的に移動させる移動部とを有し、

前記移動部は、前記ステージを移動させることなく、前記撮像部を移動させることにより前記移動を実現することを特徴とする形状測定機。

【請求項 2】

測定対象を搭載するためのステージと、前記測定対象の形状を測定する測定部と、前記測定対象の測定すべき部位まで前記測定部と前記測定対象とを相対的に移動させる移動部とを有し、

前記測定部と前記移動部の少なくとも一部を収容する筐体を有し、該筐体は、前記測定対象と対向する部位に、前記測定部の前記移動を妨げない大きさの開口を備え、前記測定部の先端は前記開口から前記測定対象側に露出され、

前記開口には、前記筐体内の塵が前記測定対象側に漏れるのを防ぐために、前記測定部の前記移動を妨げることなく前記測定部以外の部分を覆う防塵部材が配置されていることを特徴とする形状測定機。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の形状測定機において、前記防塵部材を撓ませ、該防塵部材と開口との隙間から前記筐体内に流れ込む空気流を形成するために、前記筐体内部の気圧を減圧する減圧手段を有することを特徴とする形状測定機。

【請求項 4】

測定対象を搭載するためのステージと、前記測定対象の形状を測定する測定部と、前記測定対象の測定すべき部位まで前記測定部を相対的に移動させる移動部とを有し、

前記測定部は、レーザ光を前記測定対象に向かって斜め方向から照射する照射部と、前記レーザ光の反射光を受光する受光部と、前記測定対象の前記レーザ光

照射部位を変えなく前記レーザ光が入射する向きを変えるために、前記照射部と前記受光部との位置関係を保ったまま、前記照射部と前記受光部とを回転させる回転駆動部とを含むことを特徴とする形状測定機。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の形状測定機において、前記測定部は、前記測定対象を撮像するための撮像部を有し、前記受光部からの出力により前記測定対象からの前記撮像部の光軸方向の距離を検出することを特徴とする形状測定機。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、精密な形状が必要とされる物品の形状測定機に関し、特に、半導体デバイスの製造ラインにおいて半導体ウエハを複数枚まとめて搬送するために用いられるキャリアを測定対象とする形状測定機に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造ラインでは、成膜や加工等を行う装置から装置へ半導体ウエハを搬送するために、半導体ウエハをキャリアと呼ばれる容器に複数枚収容して搬送する方法が用いられている。このようなキャリアは、一般に、容器の内壁の両脇に一定の間隔で幾筋もの溝を設けた形状であり、この溝で半導体ウエハの両脇を支持することにより、複数の半導体ウエハを一定の間隔をあけて水平に重ねた状態で保持する構成となっている。

【 0 0 0 3 】

搬送されたキャリアから半導体ウエハを取り出して、成膜や加工等を行う装置内へ搬入する際には、ロボットアームと呼ばれる装置が、薄板状のアームの先端を、キャリア内の半導体ウエハと半導体ウエハとの間に挿入する。その後、ロボットアームの先端は、1 枚の半導体ウエハを下面側から持ち上げながら溝に沿って手前に引き出すという動作を行い、半導体ウエハをキャリアから取り出す。

【 0 0 0 4 】

このとき、キャリア内に保持されている半導体ウエハと半導体ウエハの間隔が

、設計値の許容値からずれていると、ロボットアームの先端が隣接する半導体ウエハの上面に接触する恐れがある。半導体ウエハの上面にはそれまでの工程で成膜や加工が施されているため、傷や汚染を避けるために、ロボットアームの先端が上端が接触することは望ましくない。また、半導体ウエハがキャリアに支持されている高さが設計値からずれていると、ロボットアームが半導体ウエハの上面に接触する可能性の他、半導体ウエハの前側端面に衝突して半導体ウエハを破損する恐れもある。また、半導体ウエハが傾いていると、ロボットアームの先端が半導体ウエハを持ち上げられられないことがある。このため、半導体ウエハがキャリアに支持されている高さ、半導体ウエハの間隔、半導体ウエハの傾きは、すべて設計値の許容値の範囲内に収まっていることが非常に重要である。

【0005】

このため、キャリア製造メーカーのキャリア出荷時や半導体デバイスメーカーのキャリアの受入時には、キャリアが設計値通りの形状であるかどうかを形状測定することが行われている。また、キャリアは、半導体デバイスの製造ラインの洗浄工程等で高温で処理されるため、キャリアに変形が生じることもある。そのため、デバイス製造メーカーでは、製造ラインの途中でキャリアの形状が設計値通りの形状であるかどうか測定することが行われている。

【0006】

従来のキャリア形状測定機としては、背面と前面に開口のあるオープンキャリアと呼ばれるキャリアを測定する装置が知られている。このオープンキャリアを背面側から照明して、前面側からCCDカメラ等でキャリアの外形や溝の形状の画像を撮像し、これを画像処理することにより形状を測定する構成であった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、キャリアの溝は、キャリアの両脇に形成されているため、この溝形状を測定しても、その値からその溝に支持されるウエハの中央部の間隔や高さや傾きを正確に求めることは難しかった。特に、従来のキャリア形状測定機では、キャリアの前面から撮像した画像を用いるため、溝の奥行き方向で溝がどのような形状になっているかは、CCDカメラの焦点深度以上の情報は得られない

。そのため、この溝に支持されるウエハの間隔や高さや傾きを、ミリオーダで求めることはできても、精度をそれ以上に向上させることは非常に困難であった。

【 0 0 0 8 】

特に、近年では、直径 3 0 0 m m 以上という大きな半導体ウエハが用いられることが増えている。キャリア内では、この大きな半導体ウエハの両脇を深さ数ミリの溝で支持するため、溝形状からウエハの中央部の間隔や傾き等の支持状態を知ることはますます困難となっている。しかも、直径の大きな半導体ウエハの場合、ウエハにわずかでも傾きがあると、隣接するウエハとの間隔に非常に狭い部分ができるため、ミリオーダの測定精度では不足であり、測定精度の向上が望まれている。

【 0 0 0 9 】

また、従来のキャリア形状測定機は、オープンキャリア測定用であるため、S E M I 規格で F O U P (Front Opening Unified Pod) と呼ばれる、直径 3 0 0 m m のウエハ用のキャリアのように、背面が塞がれ前面に蓋がある密閉式キャリアを測定することはできなかった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、キャリアに収容された半導体ウエハの姿勢を精度良く測定することのできる形状測定機を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によれば、以下のような形状測定機が提供される。

【 0 0 1 2 】

すなわち、測定対象を搭載するためのステージと、前記測定対象を撮像するための撮像部と、前記測定対象の測定すべき部位まで前記撮像部と前記測定対象とを相対的に移動させる移動部とを有し、

前記移動部は、前記ステージを移動させることなく、前記撮像部を移動させることにより前記移動を実現することを特徴とする形状測定機である。

【 0 0 1 3 】

また、上記目的を達成するために、本発明の別の態様によれば、以下のような形状測定機が提供される。

【 0 0 1 4 】

すなわち、測定対象を搭載するためのステージと、前記測定対象の形状を測定する測定部と、前記測定対象の測定すべき部位まで前記測定部と前記測定対象とを相対的に移動させる移動部とを有し、

前記測定部と前記移動部の少なくとも一部を収容する筐体を有し、該筐体は、前記測定対象と対向する部位に、前記測定部の前記移動を妨げない大きさの開口を備え、前記測定部の先端は前記開口から前記測定対象側に露出され、

前記開口には、前記筐体内の塵が前記測定対象側に漏れるのを防ぐために、前記測定部の前記移動を妨げることなく前記測定部以外の部分を覆う防塵部材が配置されていることを特徴とする形状測定機である。

【 0 0 1 5 】

なお、前記防塵部材を撓ませ、該防塵部材と開口との隙間から前記筐体内に流れ込む空気流を形成するために、前記筐体内部の気圧を減圧する減圧手段を有することができる。

【 0 0 1 6 】

上記目的を達成するために、本発明のさらに別の態様によれば、以下のような形状測定機が提供される。

【 0 0 1 7 】

すなわち、測定対象を搭載するためのステージと、前記測定対象の形状を測定する測定部と、前記測定対象の測定すべき部位まで前記測定部を相対的に移動させる移動部とを有し、

前記測定部は、レーザ光を前記測定対象に向かって斜め方向から照射する照射部と、前記レーザ光の反射光を受光する受光部と、前記測定対象の前記レーザ光照射部位を変えることなく前記レーザ光が入射する向きを変えるために、前記照射部と前記受光部との位置関係を保ったまま、前記照射部と前記受光部とを回転させる回転駆動部とを含むことを特徴とする形状測定機である。

【 0 0 1 8 】

前記測定部は、前記測定対象を撮像するための撮像部を有し、前記受光部からの出力により前記測定対象からの前記撮像部の光軸方向の距離を検出する構成にすることが可能である。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施の形態のキャリア形状測定機について図面を用いて説明する。

【 0 0 2 0 】

本実施の形態のキャリア形状測定機は、図 3 のように、測定機本体 1 1 0、画像処理部 1 1 1、コントローラ 1 1 2、ホストコンピュータ 1 1 3、入出力部 1 1 4 を備えている。まず、測定機本体 1 1 0 について説明する。図 1、図 2、図 3、図 4 に示すように、測定機本体 1 1 0 は、測定対象であるキャリア 1 8 を搭載するステージ 1 2 と、測定ヘッド 1 0 とを有している。本実施の形態では、ステージ 1 2 は台座 2 1 に対して固定されており、測定ヘッド 1 0 が X Y Z 軸移動部 1 5、1 6、1 7 によりキャリア 1 8 に対して 3 次元に移動してキャリア 1 8 の形状を測定する構成である。そのため、台座 2 1 上には測定ヘッド 1 0 を収容する筐体 1 1 が搭載され、台座 2 1 と筐体 1 1 の間には筐体 1 1 を X 軸方向に移動するための X 軸移動部 1 5 が配置されている。

【 0 0 2 1 】

X 軸移動部 1 5 は、台座 2 1 の上面に形成された X 軸方向に長手方向を有するレール 1 5 a と、筐体 1 1 の底面に固定されレール 1 5 a に沿って摺動可能な摺動部 1 5 b と、モータ 1 5 c と、モータ 1 5 c の回転軸に連結された送りネジ 1 5 d と、筐体 1 1 の底面に固定され送りネジ 1 5 d と嵌合するナット 1 5 e とを含む。モータ 1 5 c の回転軸が回転することにより、送りネジ 1 5 d も回転し、ナット 1 5 e が X 軸方向に移動することにより、摺動部 1 5 b もレール 1 5 a に沿って X 軸方向に移動し、ナット、摺動部 1 5 b が固定されている筐体 1 1 が X 軸方向に移動する。

【 0 0 2 2 】

Y 軸移動部 1 6 は、筐体 1 1 内の、測定ヘッド 1 0 と Z 軸可動プレート 5 0 1 との間に配置されている。Y 軸移動部 1 6 は、Z 軸プレート 5 0 1 の前面に形成

されたY軸方向に長手方向を有するレール16aと、測定ヘッド10の背面に形成されレール16aに沿って摺動可動な不図示の摺動部と、モータ16cと、モータ16cの回転軸に連結された送りネジ16dと、測定ヘッド10の背面に固定され送りネジ16dと嵌合する不図示のナットを含む。モータ16cの回転軸が回転することにより、送りネジ16dも回転し、ナットがY軸方向に移動することにより、摺動部もレール16aに沿ってY軸方向に移動し、測定ヘッド10がY軸方向に移動する。

【0023】

Z軸移動部17は、筐体11内に設けられ、支柱502の前面に形成されたZ軸方向に長手方向を有するレール17aと、Z軸可動プレート501の背面に形成されレール17aに沿って移動可能な不図示の摺動部と、モータ17cと、モータ17cの回転軸に連結された送りネジ17dと、Z軸可動プレート501の背面に固定され送りネジ17dと嵌合する不図示のナットとを含む。モータ17cの回転軸が回転することにより、送りネジ17dも回転し、ナットがZ軸方向に移動することにより、摺動部もレール17aに沿ってZ軸方向に移動し、Z軸可動プレート501がZ軸方向に移動する。その結果、測定ヘッド10がZ軸方向に移動する。

【0024】

これらの構成により、測定ヘッド10のXYZ軸方向への移動を可能にしている。また、XYZ軸移動部15、16、17には、XYZ軸についての実際の駆動量を測定するためのXYZ軸測長部36、37、38（図1、図2、図3）が取り付けられている。

【0025】

なお、ステージ18の上には、SEMI規格でFOUP (Front Opening Unified Pod)と呼ばれるキャリア18を搭載するために、キネマティックプレート20が搭載されている。キネマティックプレート20は、3本のピン20a、20b、20cを上面に有している。3本のピン20a、20b、20cは、前記FOUP型キャリア18の底面に設けられている凹部と嵌合することにより、SEMI規格で規定されるキネマティックカップリングを実現し、前記FOUP型キ

キャリア 1 8 をステージ 1 2 上に正確に支持および位置決めする構成である。

【 0 0 2 6 】

つぎに、測定ヘッド 1 0 の構成について、図 2 および図 4 を用いて説明する。測定ヘッド 1 0 は、2 種類の測定部を有する。1 つは、撮像した画像により形状を測定するための撮像部 2 5 であり、もう一つは、レーザ光を用いて Y 軸方向の測長をするレーザ A F 部 3 0 である。

【 0 0 2 7 】

撮像部 2 5 は、鏡筒 1 0 1 内に、対物レンズ 2 4、ズームレンズを含む光学系 2 3、CCD カメラ 2 2 を光軸 1 0 3 に沿って順に配置した構成である。光学系 2 3 内のズームレンズは、図 2、4 では図示していないがズーム駆動部 3 5 (図 3) によって光軸 1 0 3 の方向に駆動され、ズーム変倍が実現される。鏡筒 1 0 1 内には、台座 2 1 に配置された照明ユニット 3 4 (図 3) が発した照明光を伝搬する光ファイバ (不図示) が引き込まれており、光ファイバから出射された照明光は、対物レンズ 2 4 を通して測定対象に照射される。

【 0 0 2 8 】

また、鏡筒 1 0 1 の径は、先端の対物レンズ 2 4 の部分で狭められており、この先端の鏡筒 1 0 1 の周りに、リング状の鏡筒 1 0 2 が取り付けられている。鏡筒 1 0 1 とリング状の鏡筒 1 0 2 の間には、ベアリング 3 3 が配置され、リング状の鏡筒 1 0 2 は鏡筒 1 0 1 に対して回転可能である。リング状の鏡筒 1 0 2 には、レーザ A F 部 3 0 を構成する半導体レーザ 2 6、集光レンズ 2 8、2 9、および受光素子 2 7 が光軸 1 0 4 に沿って配置される。半導体レーザ 2 6 と集光レンズ 2 8 は、図 4 のように、撮像部 2 5 の光軸 1 0 3 を挟んで受光素子 2 7 と集光レンズ 2 9 に対して対称な位置に位置する。ここでは、受光素子 2 7 として CCD ラインセンサを用いる。また、リング状の鏡筒 1 0 2 には、半導体レーザ 2 6 と受光素子 2 7 が配置される位置にそれぞれ、半導体レーザ 2 6 から出射されるレーザ光を透過する窓 3 9、4 0 が配置されている。

【 0 0 2 9 】

撮像部 2 5 とレーザ A F 部 3 0 は、撮像部 2 5 の焦点面 1 0 5 とレーザ A F 部 3 0 の検出範囲中央位置とが一致するように構成されている。よって、光軸 1 0

3と光軸104とは焦点面105上で交差している。

【0030】

リング状の鏡筒102の外周には、ギア41が配置されている。また、鏡筒101には、固定具42によりモータ31が固定され、モータ31の回転軸にはギア32が取り付けられている。ギア32は、前述のギア41と噛み合っており、モータ31が回転することにより、リング状の鏡筒102が鏡筒101の周りで回転する。これらギア41、32およびモータ31は、AF回転部43を構成している。よって、モータ31の回転量を制御することにより、レーザAF部30の配置を、光軸104が含まれる面が鉛直方向となる縦配置（図5（a））、および、水平方向となる横配置（図5（b））に切り替えることができる。なお、モータ31とリング状の鏡筒102の基部は、カバー145により覆われている。

【0031】

なお、本実施の形態では、ギアを利用して鏡筒102を回転させる構成としたが、モータ31の回転軸と鏡筒102との間にベルトを渡して鏡筒102を回転させる構成としてもよい。

【0032】

また、筐体11には、測定ヘッド10がY軸移動部16により駆動される範囲でZ軸方向に長い長方形の開口13が設けられている（図1）。開口13の幅は、測定ヘッド10の幅と同じ大きさである。開口13からは測定ヘッド10の先端部が外部に突出している。また、筐体11内で発生する塵や埃が開口13から外部に漏れるのを防止するために、開口13の測定ヘッド10の上下には防塵シート14が配置されている。防塵シート14は、幅が開口13の幅よりも若干大きい帯状のシートであり、柔軟性に富み、表面の摩擦係数が低く、耐摩耗性が高い材質からなる。この帯状の防塵シート14の両端は、図2のように治具44によりZ軸可動プレート501に固定され、これにより防塵シート14は筐体11内を一周する輪になっている（図2）。なお、治具44は、測定ヘッド10のY軸方向の移動を妨げず、かつ、治具44と測定ヘッド10との間から塵や埃が外部に漏れるのを防ぐために、治具44と測定ヘッド10との隙間は、微小な幅と

なるように設定されている。

【 0 0 3 3 】

また、筐体 1 1 内の角部には、図 2 のように 4 カ所にローラー 4 5 が配置され、このローラ 4 5 により防塵シート 1 4 がガイドされている。このローラー 4 5 のガイドにより、防塵シート 1 4 は、筐体 1 1 の前面部では内壁に沿う形状となって開口 1 3 に密着してこれを塞ぎ、筐体 1 1 の上下面および背面部では、内壁と間隔をあけて内壁に沿う配置となっている。また、輪状の防塵シート 1 4 の途中にはバネ部材 4 6 が配置されている。バネ部材 4 6 は、防塵シート 1 4 を長手方向に対して引っ張り、たるみが生じるのを防止している。

【 0 0 3 4 】

このように防塵シート 1 4 は、両端が Z 軸可動プレート 5 0 1 に固定された輪になっているため、Z 軸移動部 1 7 の動作により測定ヘッド 1 0 が Z 軸方向に移動した場合には、防塵シート 1 4 も測定ヘッド 1 0 とともに移動する。このとき、防塵シート 1 4 の輪が、ローラー 4 5 によってガイドされながら送られることにより、測定ヘッド 1 0 の上下の開口 1 3 は、常に防塵シート 1 4 によって覆われ、筐体 1 1 内の塵や埃が外部に漏れるのを防止する。また、防塵シート 1 4 の両端は、測定ヘッド 1 0 の Y 軸方向への移動を妨げないように Z 軸可動プレート 5 0 1 に固定されているため、測定ヘッド 1 0 は開口 1 3 から Y 軸方向に出没することができる。

【 0 0 3 5 】

筐体 1 1 の下部には排気口 4 7 が開けられ、内部に減圧用ファン 4 8 が配置されている。減圧用ファン 4 8 は、本実施の形態のキャリア形状測定機が稼働状態のときに動作するように設定される。減圧用ファン 4 8 の動作により、筐体 1 1 内部を負圧にする。これにより、防塵シート 1 4 は、開口 1 3 の部分で内側に引っ張られて撓み、筐体 1 1 と防塵シート 1 4 との間にわずかな隙間 4 9 が生じる。この隙間 4 9 を通して、図 7、図 8 のように外部から筐体 1 1 の内部へと空気が流れ込む。よって、稼働時は筐体 1 1 内部の X Y Z 軸移動部 1 5、1 6、1 7 等の可動部で発生した塵や埃が外部へ漏れるのを、いっそう効果的に防止することができる。なお、バネ部材 4 6 の生じる引っ張り応力は、減圧用ファン 4 8 の

排気力を考慮して隙間 4 9 の発生を妨げず、しかも、開口 1 3 部分以外の防塵シート 1 4 にたるみが生じない程度となるように設定しておく。

【 0 0 3 6 】

また、筐体 1 1 の外側には、測定対象であるキャリア 1 8 に対する面を除いて安全カバー 5 0 で覆われている。安全カバー 5 0 の大きさは、筐体 1 1 の X 軸方向への可動範囲を考慮して定められている。また、ステージ 1 2 の上部空間は、測定ヘッド 1 0 に向く面を除き、安全カバー 5 1 で覆われている。安全カバー 5 1 の大きさは、搭載するキャリア 1 8 の大きさを考慮して定められている。また、その材質は、測定部 1 0 のレーザ A F 部 3 0 から出射されるレーザ光が透過できない光学的特性をもつ材質である。

【 0 0 3 7 】

また、安全カバー 5 0 の上部には、本実施の形態のキャリア形状測定装置の稼働状態を報知するための 3 色のシグナルタワー 5 2 が取り付けられている。

【 0 0 3 8 】

つぎに、画像処理部 1 1 1、コントローラ 1 1 2、ホストコンピュータ 1 1 3 および入出力部 1 1 4 について図 3 を用いて説明する。コントローラ 1 1 2 は、CPU 5 3、ズーム駆動制御部 5 4、XYZ 駆動制御部 5 5、XYZ カウンタ 5 6、レーザ制御部 5 7、回転駆動制御部 5 8、調光制御部 5 9、ファン制御部 6 0、状態監視／制御部 6 1、および、ジョイスティック制御部 6 2 を含んでいる。

【 0 0 3 9 】

ズーム駆動制御部 5 4 は、ホストコンピュータ 1 1 3 の寸法測定演算処理部 6 4 から受け取った撮像倍率に応じて、測定機本体 1 0 0 のズーム駆動部 3 5 に駆動量の指示を出力する。これにより、撮像部 2 5 の光学系のズームレンズの移動量が制御され、CCD カメラ 2 2 の撮像倍率が制御される。よって、キャリア 1 8 の大きさや求められる測定精度により撮像倍率を変化させ、スループットを向上させることができる。

【 0 0 4 0 】

XYZ 駆動制御部 5 5 は、ホストコンピュータ 1 1 3 の寸法測定演算処理部 6

4 から移動指示を受け取り、測定機本体 1 1 0 の X Y Z 軸移動部 1 5、1 6、1 7 のモータ 1 5 c、1 6 c、1 7 c に対して駆動を指示する。また、X Y Z カウンタ 5 6 は、X Y Z 軸移動部 1 5、1 6、1 7 の X Y Z 軸測長部 3 6、3 7、3 8 の測長結果を受けることにより、X Y Z 軸移動部 1 5、1 6、1 7 が移動した座標を検出する。ホストコンピュータ 1 1 3 の寸法測定演算処理部 6 4 は、この検出座標を受け取って移動量をフィードバック制御することにより、寸法測定に必要な座標まで測定ヘッド 1 0 を移動させると共に、画像処理部 1 1 1 の出力結果を用いて Y 軸方向の微調整を行い、測定ヘッド 1 0 5 の焦点面 1 0 5 を測定対象に一致させる。

【 0 0 4 1 】

レーザ制御部 5 7 は、ホストコンピュータ 1 1 3 からレーザ A F 部 3 0 を用いる測定の指示を受け取った場合に、レーザ A F 部 3 0 の半導体レーザ 2 6 に発光を指示する信号を出力すると共に、C C D ラインセンサからなる受光素子 2 7 の受光信号を受け取り、C C D ラインセンサのどの位置でレーザ光が受光されているかを検出することにより測定対象の焦点面 1 0 5 からのずれ量を求める。また、回転駆動制御部 5 8 は、ホストコンピュータ 1 1 3 からレーザ A F 部 3 0 の配置を縦配置および横配置（図 5（a），（b））のいずれかに変換するように指示を受けた場合には、A F 回転部 4 3 のモータ 3 1 に所定の回転量だけ回転するように指示する信号を出力する。これにより、レーザ A F 部 3 0 の配置を、縦配置もしくは横配置に切り替えることができる。

【 0 0 4 2 】

調光制御部 5 9 は、入出力部 1 1 4 が受け付けたオペレータからの照明光量の調整指示をホストコンピュータ 1 1 3 から受け取り、照明ユニット 3 4 の発光する光量を増光または減光させる信号を出力する。これにより、撮像部 2 5 の対物レンズ 2 4 を通して測定対象に出射される照明光が調光され、C C D カメラ 2 2 の撮像する画像の明るさが変化する。状態監視／制御部 6 1 は、ホストコンピュータ 1 1 3 が稼働していること示す信号を受け取った場合にはシグナルタワー 5 2 に青信号を点灯させ、ホストコンピュータ 1 1 3 の寸法測定演算処理部 6 4 がレーザ A F 部 3 0 の測長結果を処理する演算を行っている場合には、シグナルタ

ワー 5 2 に黄色信号を点灯させる。また、状態監視／制御部 6 1 は、ホストコンピュータ 1 1 3 がレーザ制御部 5 7 にレーザ A F 部 3 0 を用いる測定を指示している場合には、半導体レーザ 2 6 が発光していると判断して、シグナルタワー 5 2 の黄色信号を点滅させる。状態監視／制御部 6 1 は、ホストコンピュータ 1 1 3 の出力するエラー信号を受け取った場合には、シグナルタワー 5 2 の赤信号を点灯させる。

【 0 0 4 3 】

また、ジョイスティック制御部 6 2 は、入出力部 7 1 のジョイスティックユニット 7 1 のジョイスティックがオペレータにより操作された場合、直接 X Y Z 軸移動部 1 5, 1 6, 1 7 に移動を指示し、ジョイスティックの操作量だけ測定ヘッド 1 0 を X Y Z 方向に移動させる制御を行う。

【 0 0 4 4 】

コントローラ 5 3 の CPU 5 3 は、上述したコントローラ 1 1 2 内の各部の動作を全体制御を行う。

【 0 0 4 5 】

一方、画像処理部 1 1 1 は、撮像部 2 5 の CCD カメラ 2 2 の出力する画像情報を受け取り、2 値化処理等の画像処理を行い、ホストコンピュータ 1 1 3 に出力する。

【 0 0 4 6 】

ホストコンピュータ 1 1 3 は、ティーチング管理部 6 3、寸法測定演算処理部 6 4、測定結果管理部 6 5、マンマシンインタフェース 6 6、メモリ 6 7 を含んでいる。メモリ 6 7 には、測定対象であるキャリア 1 8 について、オペレータが所望する箇所の寸法を測定するための複数の測定用プログラムが予め格納されている。ティーチング管理部 6 3 は、マンマシンインタフェース 6 6 を介してキーボード 6 8 またはマウス 6 9 からオペレータが測定したい箇所や測定方法の指示を受け取り、それを実現するためのメモリ 6 7 内のプログラムを選択する。そして、寸法測定演算処理部 6 4 に該当プログラムの実行を指示するとともに、その進行を確認する。

【 0 0 4 7 】

寸法測定演算処理部 6 4 は、ティーチング管理部 6 3 に指示されたプログラムをメモリから読み込んで実行することにより、コントローラ 1 1 2 の各部に対して、上述のような指示を行い、測定ヘッド 1 0 を所望の座標に移動させて、測定ヘッド 1 0 の撮像部 2 5 およびレーザ A F 部 3 0 による測定を行う。具体的には、画像処理部 1 1 1 の出力画像の中心を X Y Z カウンタ 5 6 の出力座標に対応させる演算を行うことにより、出力画像の各画素の座標を求め、出力画像中の所望箇所間の寸法を求める処理や、画像処理部 1 1 1 の出力から焦点面 1 0 5 を一致させた状態で、レーザ A F 部 3 0 により焦点面 1 0 5 から測定対象の Y 軸方向のずれ量を求めることにより、測定対象の Y 軸方向（奥行き方向）の寸法の分布を高精度に測長する演算処理等を行う。なお、レーザ A F 部 3 0 による測定時の焦点面の X Y Z 座標は、画像処理部 1 1 1 の出力画像の中心座標を用いる。

【 0 0 4 8 】

寸法測定演算処理部 6 4 の演算した各箇所の寸法データは、測定結果管理部 6 5 内のメモリに格納される。測定結果管理部 6 5 は、メモリ内の寸法データをそのまま C R T 7 0 に表示させるか、もしくは、オペレータの指示に応じて寸法データの統計データや、寸法誤差データ等を求める演算を行い、その結果を C R T 7 0 に表示させる。

【 0 0 4 9 】

ここで、本実施の形態のキャリア形状測定機で測定対象となる F O U P 型キャリア 1 8 について図 9 を用いて説明する。F O U P (Front Opening Unified Pod) は、S E M I 規格で定められたキャリアの形状であり、直径 3 0 0 m m のウエハを収容する密閉タイプのキャリアである。具体的には、F O U P 型キャリア 1 8 は、前面にのみ開口を有する本体 9 1 と、その開口を塞ぐためのドア 9 2 からなる。本体 9 1 の内側の両側面には、ティース 9 3 と呼ばれる突起が一定の間隔で複数個配置されている。このティース 9 3 により直径 3 0 0 m m のウエハの両端が図 1 1 のように支持される。また、本体 9 1 の底面には、3 つの凹部（不図示）が設けられている。これら 3 つの凹部は、ステージ 1 2 のキネマティックプレート 2 0 のピン 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c と嵌合することにより、S E M I 規格のキネマティックカップリングを実現する。

【 0 0 5 0 】

また、FOUP型キャリア18のドア92は、ドア92を位置決めするためのレジストレーションピン穴96と、ドア92を開状態または閉状態にするためのラッチキー穴95とを有する。ドア92を開く場合には、まず、ロードポートのレジストレーションピンをレジストレーションピン穴96に差し込んでドア92の位置決めを行い、さらに、ラッチキーをラッチキー穴95に差し込んで回転させることにより、ドア92を開状態とした後、ロードポートがドア92を手前に引き出すことにより、図9のようにドア92を本体91から分離する。

【 0 0 5 1 】

なお、ステージ12上のキネマティックプレート20の向きは、キャリア18の開口面がXZ平面と平行になるように向けられている。

【 0 0 5 2 】

本実施の形態のキャリア形状測定装置は、上述のように測定ヘッド10がXYZ方向に移動して測定を行う構成であり、キャリア18は移動しない。よって、キャリア18に移動による振動や衝撃等が加わらないため、キャリア18に半導体ウエハ97を収容した状態で高精度に測定を行うことができる。測定箇所は、オペレータが所望した箇所を測定することができるが、例えば、測定ヘッド10の撮像部25により図11の点e、g、hの各箇所を含む画像と、点fを含む画像を取得し、画像処理部111が各画像内での点e、f、g、hに相当するエッジ部分を検出し、寸法測定演算処理部64が点e、f、g、hの座標を演算し、さらに点eと点fとの座標の距離を演算することにより、キャリア18の開口の内側の幅Eを求めることができる。また、点gと点hとの距離を演算することにより、開口の縁の幅Gを求めることができる。なお、同様の測定をキャリア18の複数箇所について行うことにより、開口の内側の幅Eや開口の縁の幅Gを複数箇所について求めることができる。これにより前記幅Eや幅Gの分布を求めることが可能である。これらの測定は、キャリア18のドア92を開けた状態の本体91について行う。

【 0 0 5 3 】

また、同様に、図11のようにウエハ97の中央部の点i、j、k、l、m、

nを含む画像を撮像部25により撮像し、画像処理部111が各画像内での点i, j, k, l, m, nに相当するエッジ部分を検出し、寸法測定演算処理部64が点i, j, k, l, m, nの座標を演算し、点i, j, k, l, m, nの間隔をそれぞれ求めることにより、ウエハ97の前縁中央部の間隔Iを測定することができる。このとき、点i, j, k, l, m, nのX座標としては、先に求めた開口の内壁の幅Eから、ウエハ97の間隔Iを求めたい所望の位置のX座標を用いることにより、ウエハ97の端部や中央部等の任意の位置でのウエハ間隔Iを測定することができる。

【0054】

また、測定ヘッド10の撮像部25による撮像に加えて、レーザAF部30を用いることにより、Y軸方向の座標を高精度に求めることができる。このときレーザAF部30は、図5(a), (b)で説明したようにレーザ光の発光方向を縦配置と横配置に変換できるため、測定対象の手前に突出した構造でレーザ光が蹴られやすい狭い部分についてもレーザAF30による測定を行うことができる。ここでレーザAF30を用いた測定の一例として、開口の縁のドア突きあて面98の平面度を測定する動作について図10および図12を用いて説明する。寸法測定演算処理部64は、メモリ67に格納された図12のフローに示した内容のプログラムを読み込んで、これを実行することにより、測定を行う。図12のフローでは、図10のa, b, c, d点の座標が用いられるが、この座標は、この測定よりも前に寸法測定演算処理部64が撮像部25による撮像により測定した座標か、もしくはオペレータから入出力部114を介して指定された座標を用いる。

【0055】

まず、寸法測定演算処理部64は、回転駆動制御部58に指示を出力し、レーザAF部30のAF回転部43を回転させることにより、レーザAFの配置を図5(b)の横配置に設定する(ステップ121)。つぎに、寸法測定演算処理部64は、XYZ駆動制御部55に移動を指示するとともに、XYZカウンタ56から検出結果を受け取って移動量のフィードバック処理をすることにより、測定ヘッド10の焦点面105を、突きあて面98のa点まで移動させる(ステップ

1 2 2)。つぎに、寸法測定演算処理部 6 4 は、レーザ制御部 5 7 に指示して、半導体レーザ 2 6 を出射させ（ステップ 1 2 3）、この状態で X Y Z 駆動制御部 5 5 に指示して予め定めた速度で測定ヘッド 1 0 を X 軸方向に移動させながら（ステップ 1 2 4）、焦点面 1 0 5 からの対象物の Y 軸方向のずれ量をレーザ制御部 5 7 から受け取る（ステップ 1 2 5）。寸法測定演算処理部 6 4 は、レーザ制御部 5 7 から受け取った Y 軸方向のずれ量から Y 軸座標を正確に演算する。また、各地点の X Z 座標は、X Y Z 軸測長部 3 6, 3 7, 3 8 の検出信号を X Y Z カウンタ 5 6 で読みとり、設定する。これらステップ 1 2 4, 1 2 5 を測定ヘッド 1 0 の座標が b 点まで達するまで続ける。ただし、その途中で、ステップ 1 2 5 において受光素子 2 7 で受光ができなくなったことが、レーザ制御部 5 7 の出力から判明した場合には、レーザ光が開口の縁で蹴られていると判断し、ステップ 1 2 7 に進む。

【 0 0 5 6 】

ステップ 1 2 7 では、突きあて面 9 8 の縦方向の面精度を測定するため、寸法測定演算処理部 6 4 は、点 c の座標まで測定ヘッド 1 0 を移動させる。移動に際しては、ステップ 1 2 2 と同様に、X Y Z 駆動制御部 5 5 に移動を指示するとともに、X Y Z カウンタ 5 6 から検出結果を受け取ってフィードバック処理をする。つぎに、寸法測定演算処理部 6 4 は、回転駆動制御部 5 8 に指示を出力し、レーザ A F 部 3 0 の A F 回転部 4 3 を回転させることにより、レーザ A F の配置を図 5 (a) の縦配置に設定する（ステップ 1 2 8）。そして、X Y Z 駆動制御部 5 5 に指示して予め定めた速度で測定ヘッド 1 0 を Z 軸方向に移動させながら（ステップ 1 2 9）、対象物の焦点面 1 0 5 からの Y 軸方向のずれ量をレーザ制御部 5 7 から受け取る（ステップ 1 3 0）。寸法測定演算処理部 6 4 は、レーザ制御部 5 7 から受け取った Y 軸方向のずれ量から Y 軸座標を正確に演算する。また、各時点の X Z 座標は、X Y Z 軸測長部 3 6, 3 7, 3 8 の検出信号を X Y Z カウンタ 5 6 で読みとり、設定する。これらステップ 1 2 9, 1 3 0 を測定ヘッド 1 0 の座標が d 点まで達するまで続け、測定を終了する。ただし、その途中で、ステップ 1 3 0 において、受光素子 2 7 で受光ができなくなったことがレーザ制御部 5 7 の出力から判明した場合には、レーザ光が開口の縁で蹴られていると判

断し、測定を終了する。

【0057】

寸法測定演算処理部64は、これらの測定で得られた突きあて面98上の各点のY座標から平面度を求め、その結果を測定結果管理部65に格納するとともに、CRT70に表示させる。

【0058】

このように、本実施の形態では、測定ヘッド10にレーザAF部30を備えているため、Y軸方向の座標を高精度に測定することができる。したがって、キャリア18の平面度を精度良く測定することができる。また、上述の突きあて面98の測定では、レーザAF部30の配置を縦方向と横方向に変換しながら測定を行うことができるため、縦方向と横方向のどちらか一方の配置では縁で光が蹴られて測定することができないような突きあて面98の測定を、周方向に沿って行うことが可能である。

【0059】

また、上記説明では、キャリア18のドア92を開けた状態の本体91についての測定について述べたが、本実施の形態の形状測定機は、本体91の測定のみに限られるものではなく、ドア92を閉めたキャリア18の形状について測定することができる。例えば、ドア92のレジストレーション穴96やラッチキー穴95の形状および配置や、ドア92の外形について測定することができる。

【0060】

上述してきたように、本実施の形態のキャリア形状測定装置は、キャリア18側を移動させずに、測定ヘッド10を3次元に移動させて測定を行う構成であるため、キャリア18に振動や衝撃が加わらない。このため、キャリア18に半導体ウエハ97を収容したまま測定することが可能であり、ウエハ97の間隔や傾斜等を所望の位置で直接測定することができる。したがって、キャリア18の評価を、ウエハ97の姿勢を示すデータにより直接的に行うことができる。

【0061】

また、キャリア18に振動や衝撃が加わらないため、キャリア18の姿勢がずれたり、キャリア18内に収容されているウエハ97がずれたりしない。よって

、測定精度の信頼性を保証することができる。

【 0 0 6 2 】

また、ウエハ 9 8 の間隔や傾斜を直接測定できるため、キャリアのティース 9 3 の形状から推定する場合と比較して、測定精度を大幅に向上させることが可能である。

【 0 0 6 3 】

また、本実施の形態のキャリア形状測定装置は、撮像部 2 5 が、対物レンズ 2 4 から照明光を出射し、その反射光を再び対物レンズ 2 4 で集光して撮像する構成であり、レーザ A F 部 3 0 もレーザ光を出射し反射光を測定する構成であるため、透過照明を用いる必要がなく、FOUP 型キャリア 1 8 のように背面が塞がれた形状のキャリアについて形状を精度良く測定することができる。

【 0 0 6 4 】

また、本実施の形態のキャリア形状測定装置では、レーザ A F 部 3 0 を用いることにより、撮像装置の合焦位置から Y 軸座標を求める場合と比較して、Y 軸方向の測定精度を大幅に向上させることができる。また、レーザ A F 部 3 0 は、発光方向を縦配置と横配置に変換できる構成であるため、レーザ光が蹴られやすい狭い部分についても、奥行き形状をレーザ A F 3 0 によって高精度に測定することが可能である。

【 0 0 6 5 】

さらに、本実施の形態のキャリア形状測定装置では、筐体 1 1 の開口 1 3 を、測定ヘッド 1 0 の可動性を妨げることなく防塵シート 1 4 で塞ぐ構成としている。防塵シートは、装置が非稼働時には、開口部 1 4 に密着することにより、筐体内部の塵や埃が筐体 1 1 から外部に出ることを防止する。また、装置の稼働時には減圧用ファンの作用により、防塵シート 1 4 が撓んで微小な隙間 4 9 を形成し、外部から内部への空気の流れを作るため、筐体 1 1 内の可動部等で発生する塵や埃が筐体 1 1 から漏れ出すことを防止することができる。

【 0 0 6 6 】

本実施の形態のキャリア形状測定装置は、測定ヘッド 1 0 が 3 次元に移動する構成のために駆動機構の一部を、キャリア 1 8 よりも高い位置に位置する構成と

なっているが、上述したような防塵効果があるため、駆動機構から発生する塵や埃がキャリア 1 0 やウエハ 9 7 に付着するのを防ぐことができる。また、上述したようにキャリア 1 8 を移動しないため、測定途中でウエハ 9 7 がキャリア 1 8 から飛び出したり、破損する恐れもない。このように、本実施の形態の形状測定装置は、キャリア 1 8 やウエハ 9 7 を汚染せず、しかも、破損させる恐れもないため、半導体デバイスの製造ラインの途中に配置することもでき、使用の用途が広い。

【 0 0 6 7 】

なお、上述してきた実施の形態のキャリア形状測定装置では、防塵シート 1 4 を減圧用ファン 4 8 の作用のみで撓ませて隙間 4 9 を発生させていたが、図 1 3 (a) のように、開口 1 3 の上下の 2 つのローラー 4 5 を内側に傾斜させて隙間 4 9 の発生を助ける構成にすることもできる。ローラー 4 5 を内側に傾斜させる構成としては、ローラー 4 5 に図 1 3 (a) のように直角治具 1 3 2 を取り付け、この治具 1 3 2 をロータリーソレノイドやエアシリンダ等の駆動源 1 3 1 により押し下げる構成にすることができる。

【 0 0 6 8 】

また、防塵シート 1 4 のたるみを防ぐためのバネ部材 4 6 に代えて、図 1 3 (b) のように重り 1 3 3 を配置することも可能である。さらに、上述の実施の形態では、防塵シート 1 4 を筐体 1 1 内を一周する輪にしているが、開口 1 3 の上下のローラー 4 5 により、一定の力で防塵シート 4 5 を巻き取る構成にすることもできる。

【 0 0 6 9 】

【発明の効果】

上述してきたように、本発明によれば、キャリアに収容された半導体ウエハの姿勢を精度良く測定することのできる形状測定機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の測定機本体 1 1 0 の外観を示す斜視図。

【図 2】 本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の減圧ファン 4 8 が非稼

働時の図 1 の A - A' 断面図。

【図 3】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の全体構成を示すブロック図。

【図 4】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の測定ヘッド 1 0 の先端部の構成を示す断面図。

【図 5】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の測定ヘッド 1 0 のレーザ A F 部 3 0 を (a) 縦配置にした場合と (b) 横配置にした場合の形状を示す斜視図。

【図 6】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の減圧用ファン 4 8 が非稼働時の図 2 の B - B' 断面図。

【図 7】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の減圧用ファン 4 8 が稼働時の図 2 の B - B' 断面図。

【図 8】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置の減圧ファン 4 8 が稼働時の図 1 の A - A' 断面図。

【図 9】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置で測定することのできる F O U P 型キャリア 1 8 の構成を示す斜視図。

【図 1 0】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置で図 9 のキャリア 1 8 の面 9 8 について平面度を測定する手順を説明するための説明図。

【図 1 1】図 9 のキャリア 1 8 に半導体ウエハ 9 7 が収容された状態と、測定位置の例を示すための説明図。

【図 1 2】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置で図 9 のキャリア 1 8 の面 9 8 について平面度を測定する動作を示すフローチャート。

【図 1 3】本発明の一実施の形態のキャリア形状測定装置において、 (a) 防塵シート 1 4 に隙間 4 9 を生じやすい構成とした説明図、 (b) 防塵シート 1 4 のたるみを防止するための別の構成例を示す説明図。

【符号の説明】

1 1 … 筐体、 1 2 … ステージ、 1 3 … 開口、 1 4 … 防塵シート、 1 5 … X 軸移動部、 1 6 … Y 軸移動部、 1 7 … Z 軸移動部、 1 8 … キャリア、 2 0 … キネマティックプレート、 2 0 a、 2 0 b、 2 0 c … キネマティックピン、 2 1 … 台座、

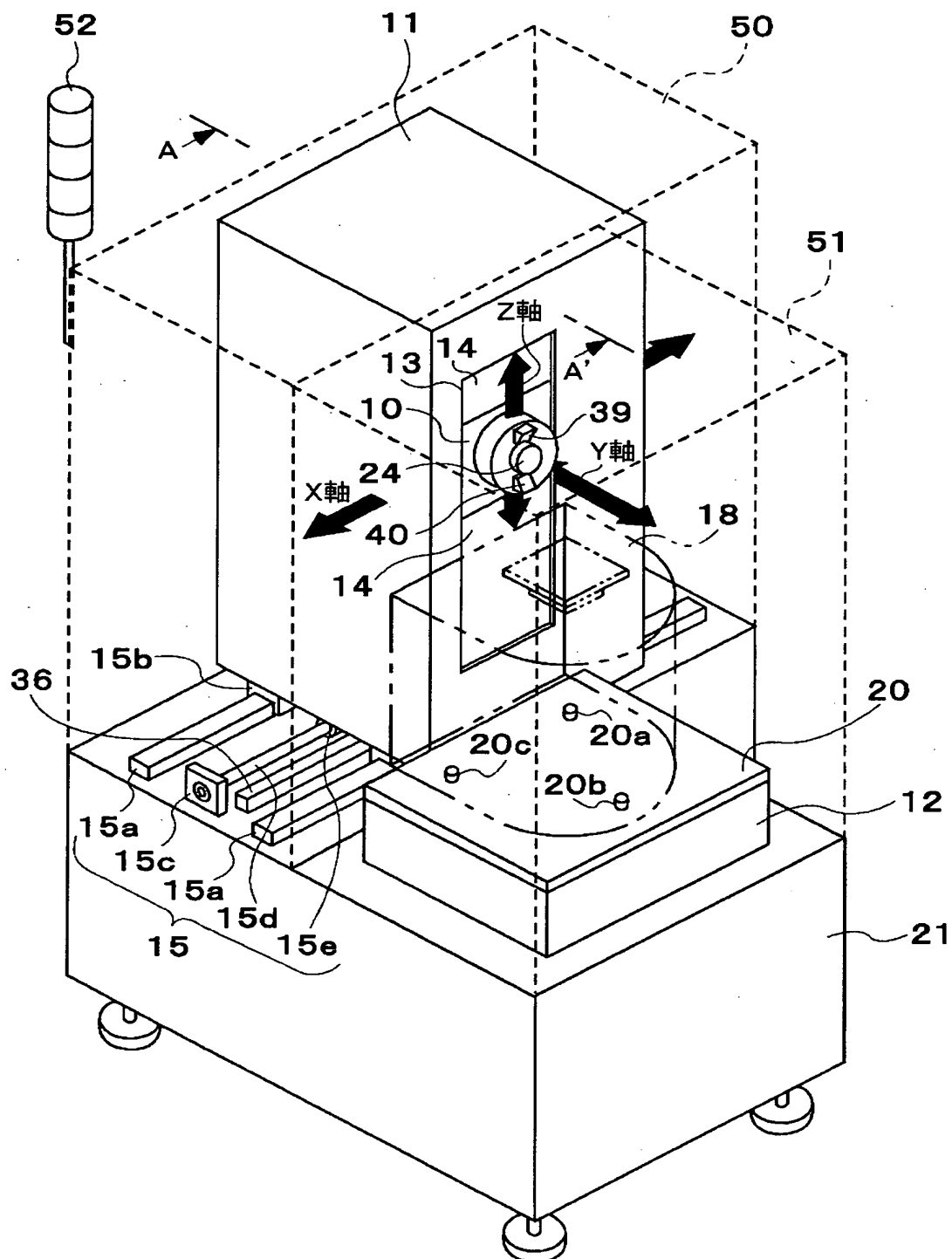
2 2 … C C D カメラ、 2 3 … ズームレンズを含む光学系、 2 4 … 対物レンズ、 2 5 … 撮像部、 2 6 … 半導体レーザ、 2 7 … 受光素子、 2 8, 2 9 … 集光レンズ、 3 0 … レーザ A F 部、 3 3 … ベアリング、 3 4 … 照明ユニット、 4 3 … A F 回転部、 4 5 … ローラー、 4 8 … 減圧用ファン、 4 9 … 隙間、 9 7 … 半導体ウエハ、 1 0 1 … 鏡筒、 1 0 2 … リング状の鏡筒、 1 0 5 … 焦点面。

【書類名】図面

【図1】

図1

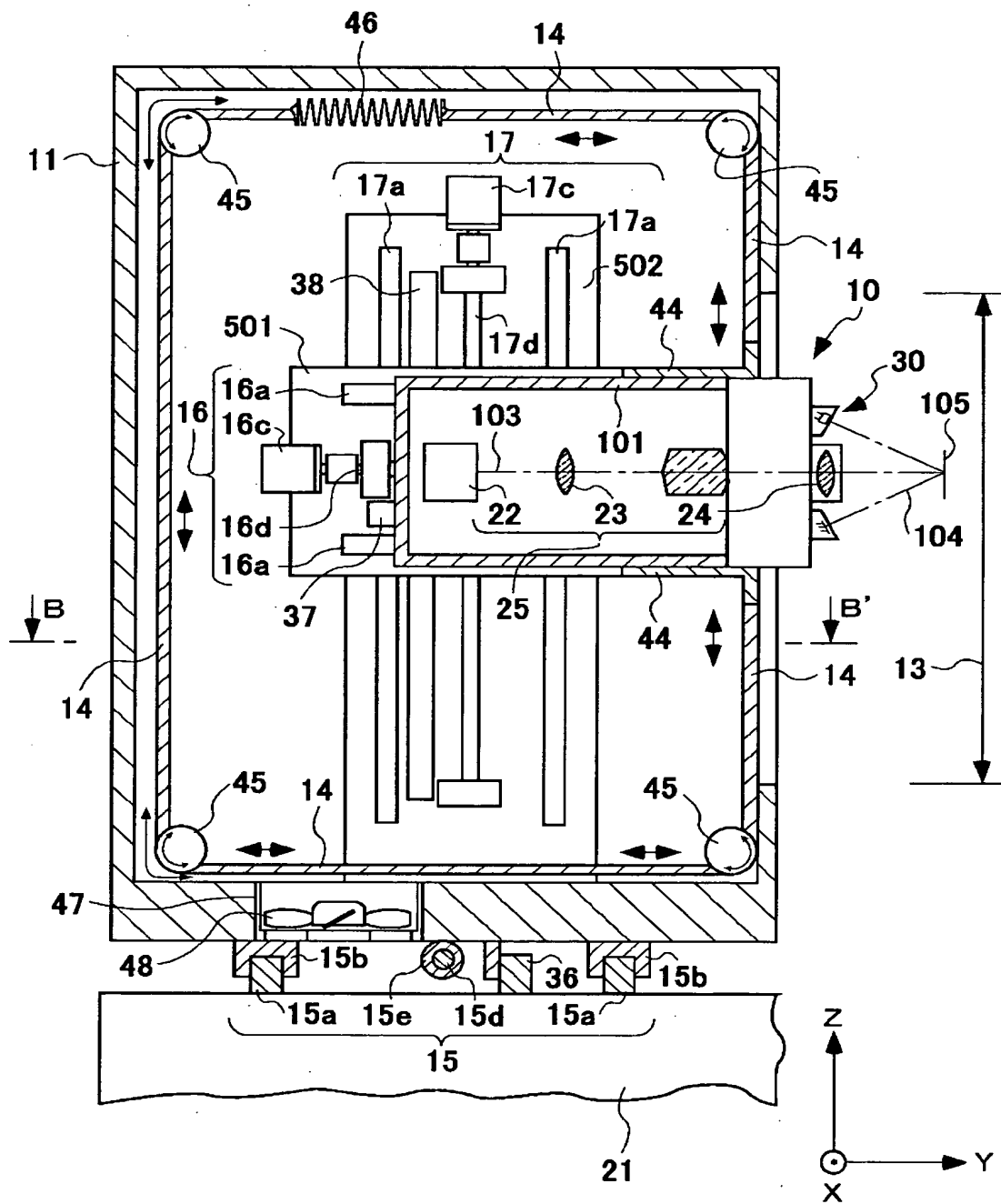
110



【図 2】

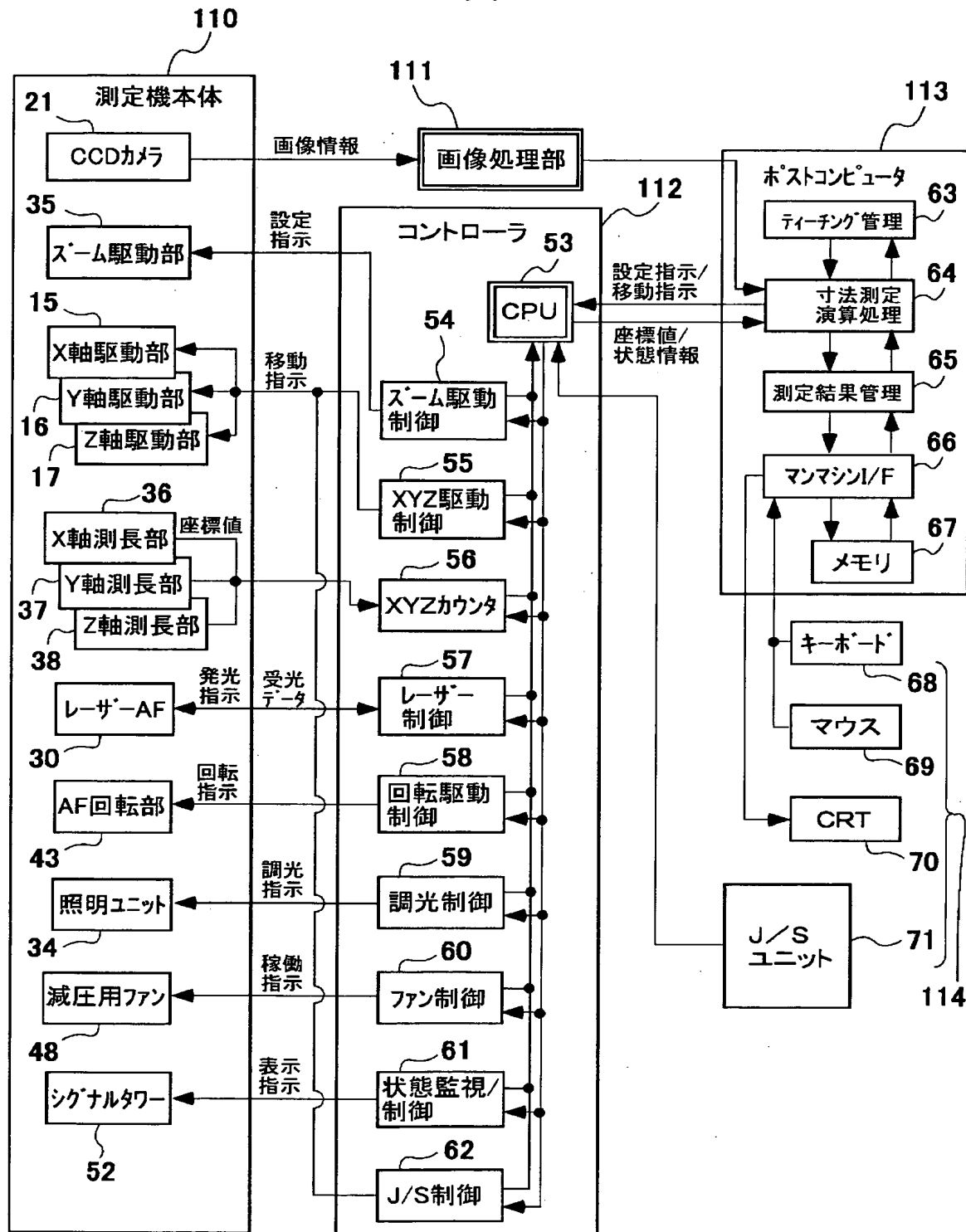
図2

A-A' 断面図

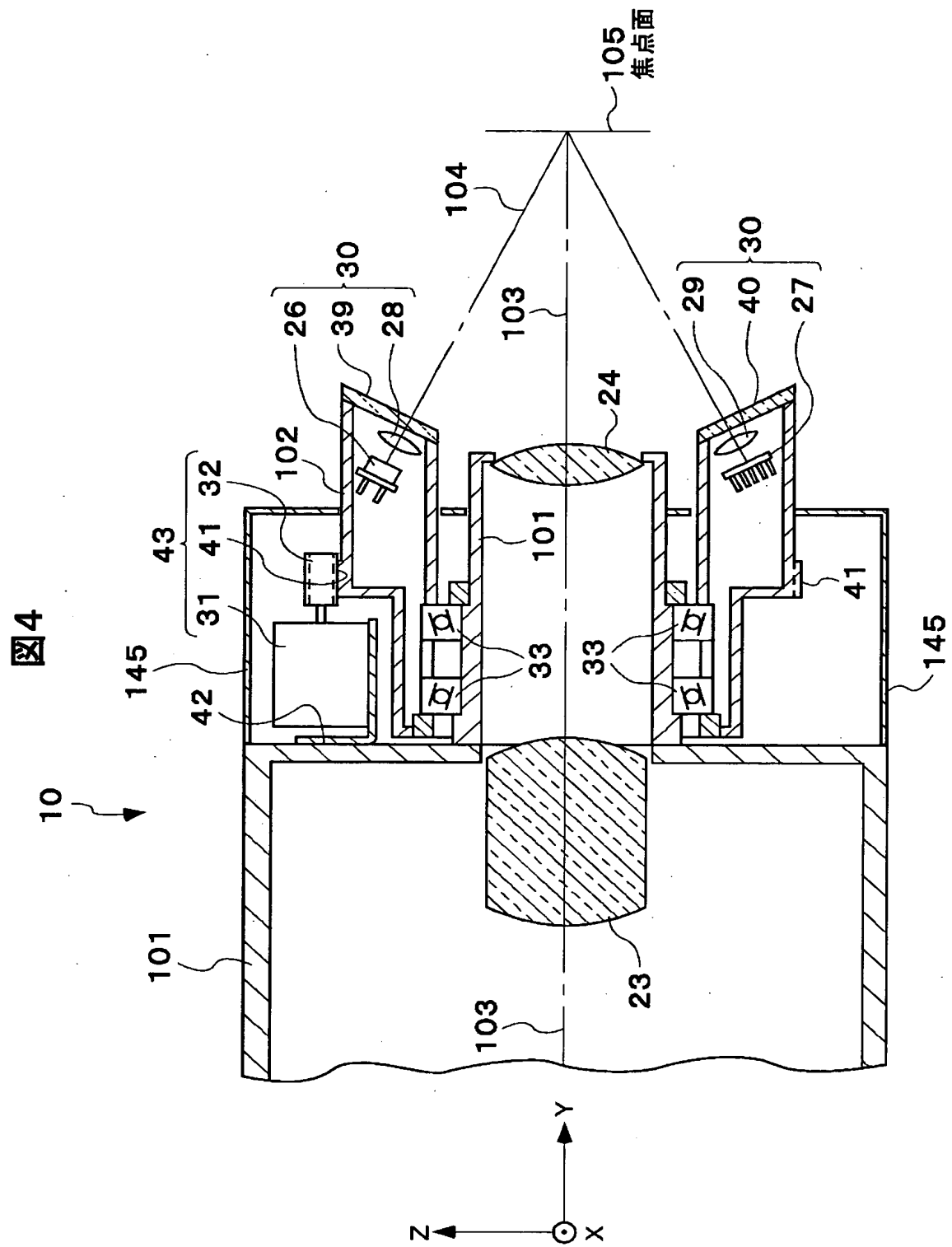


【図 3】

図 3

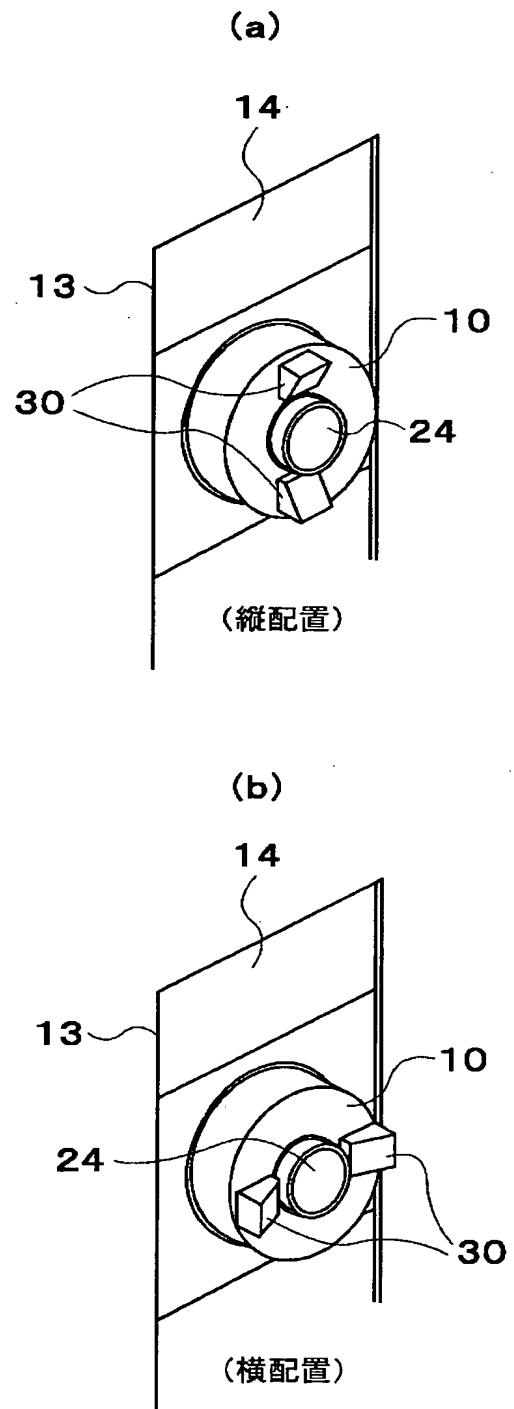


【図4】



【図 5】

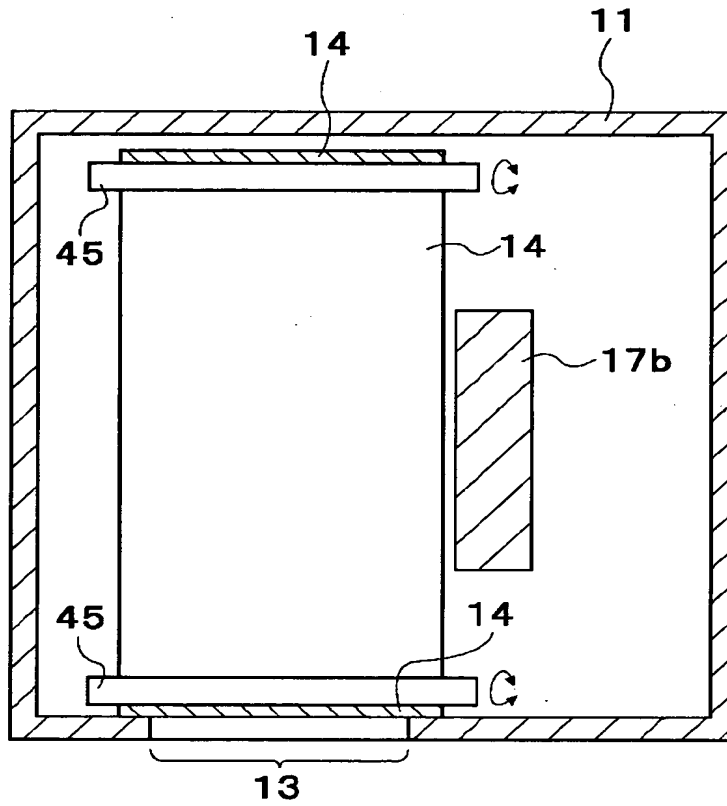
図 5



【図 6】

図 6

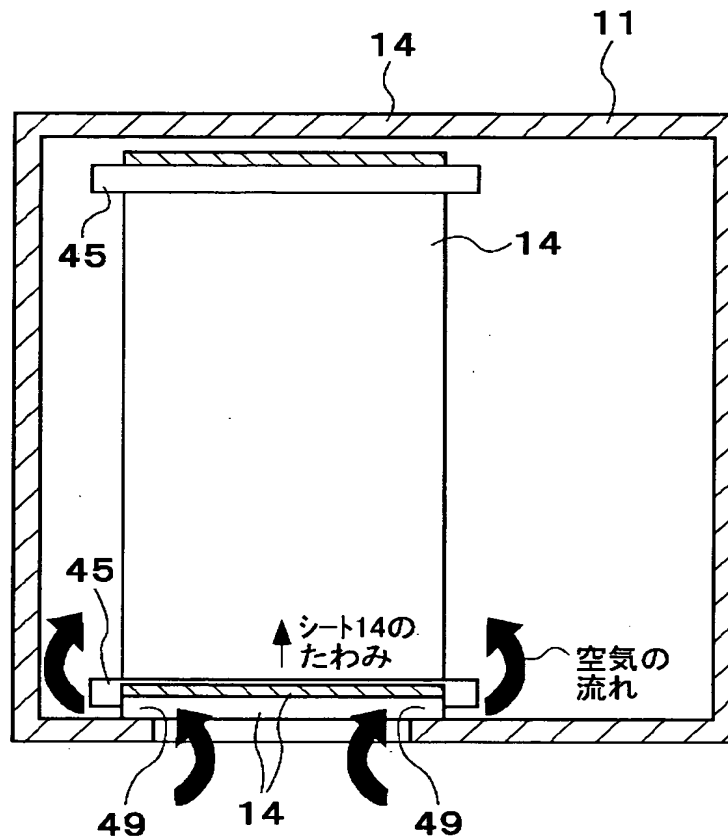
B-B' 断面図



【図 7】

図 7

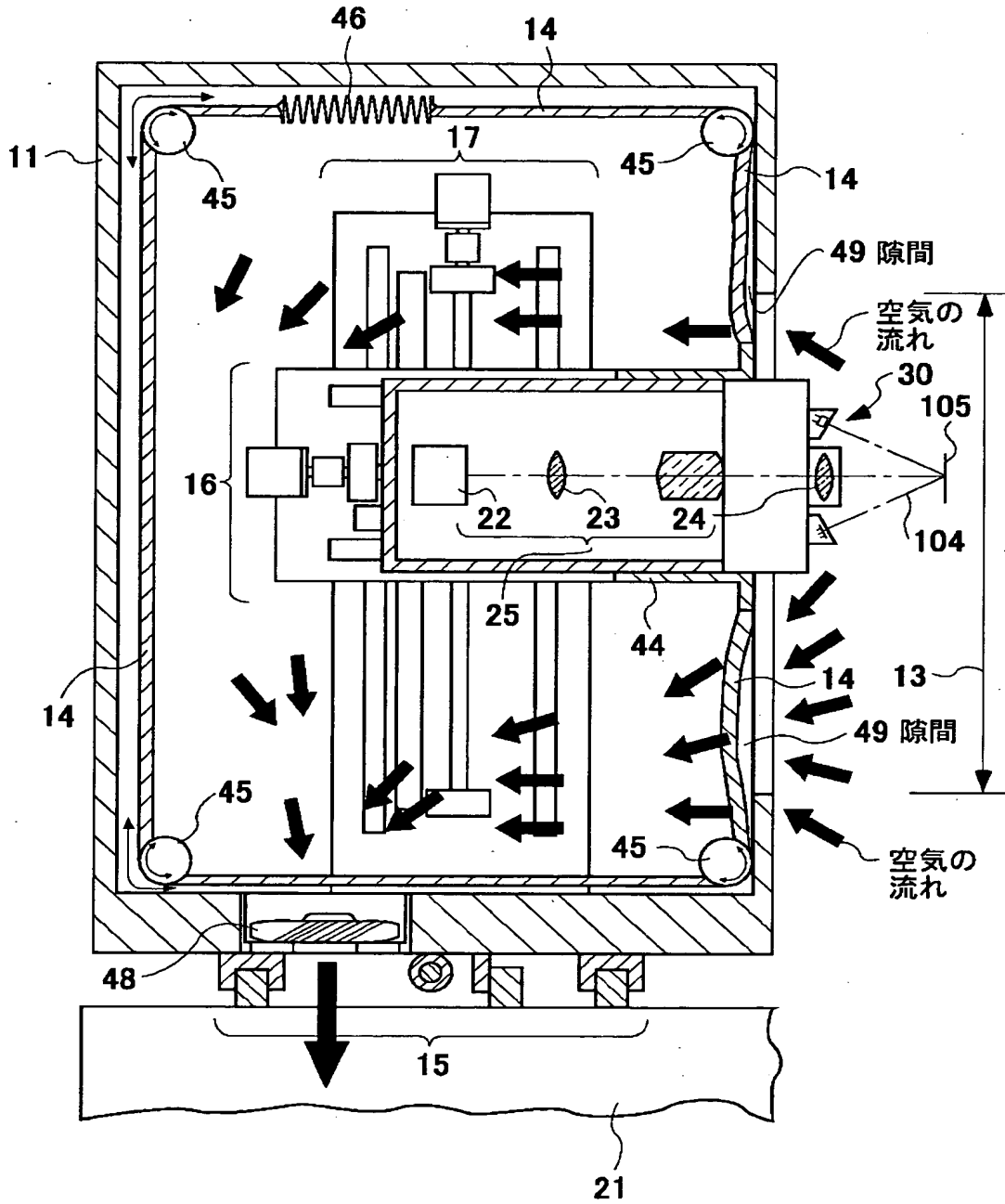
B-B' 断面図
(減圧用ファン48稼働時)



【図 8】

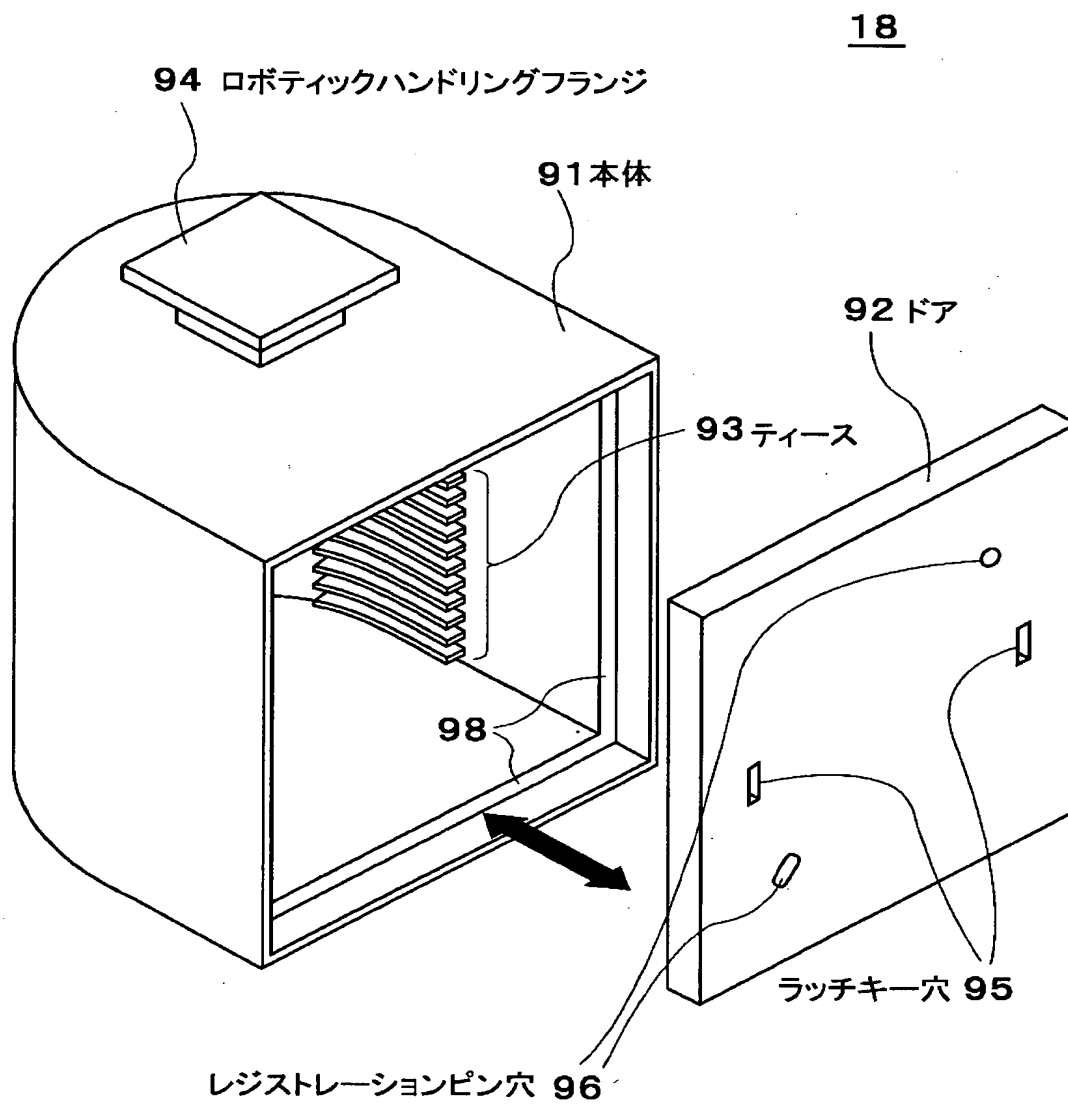
図8

A-A' 断面図
(減圧用ファン48稼働時)



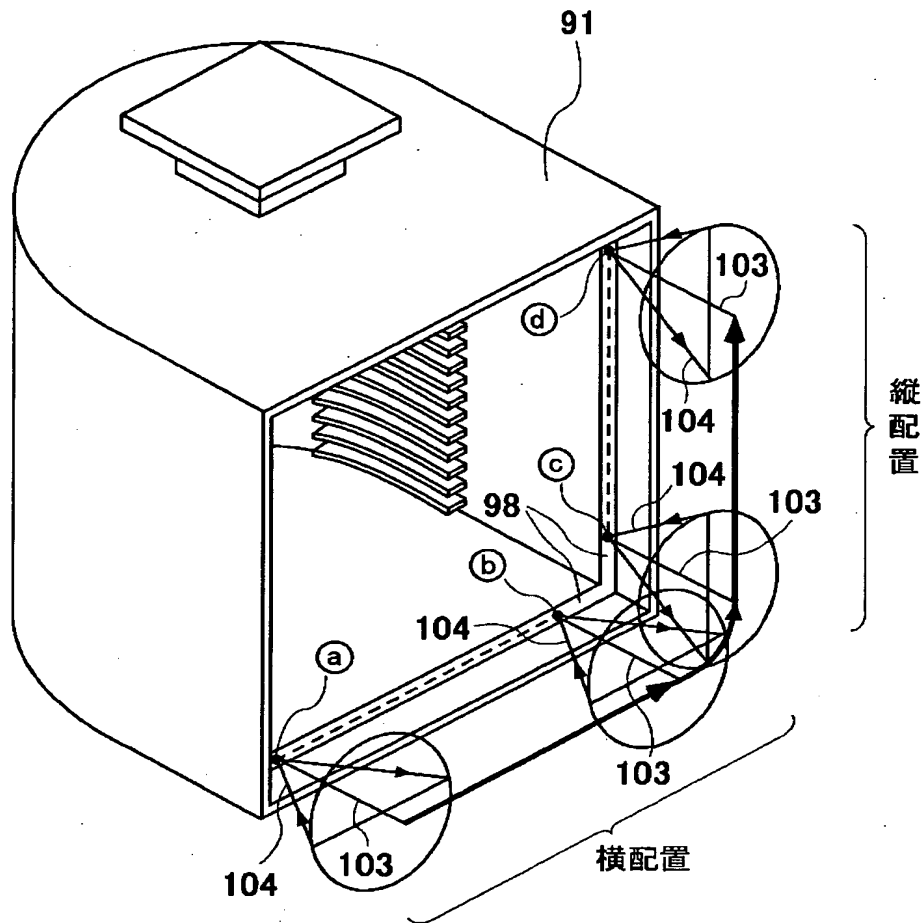
【図9】

図9



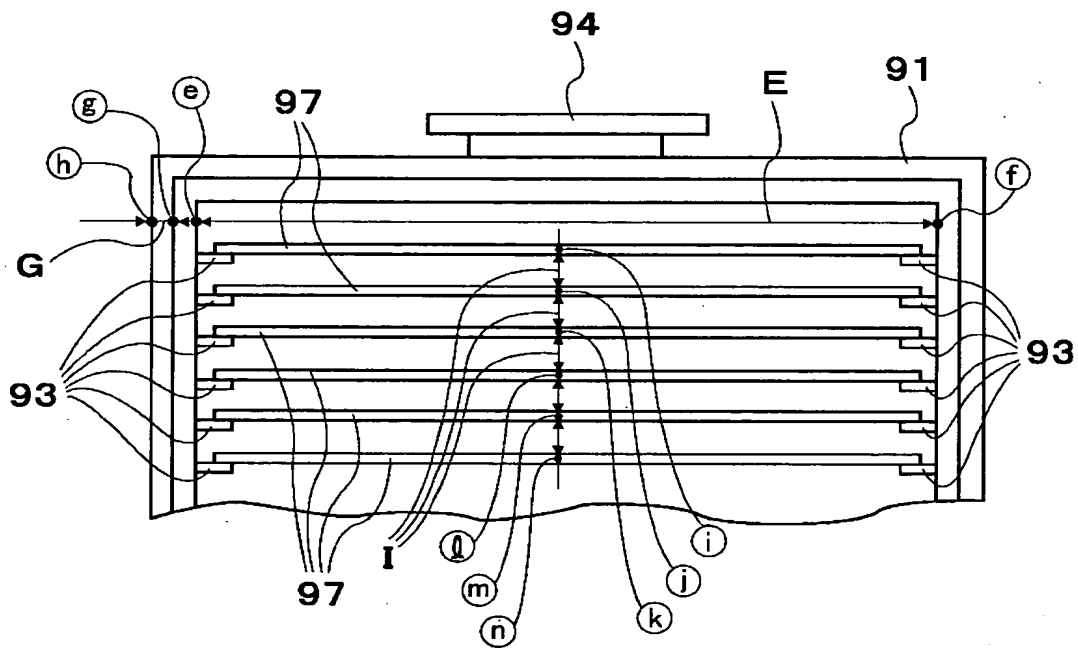
【図 1 0】

図 10



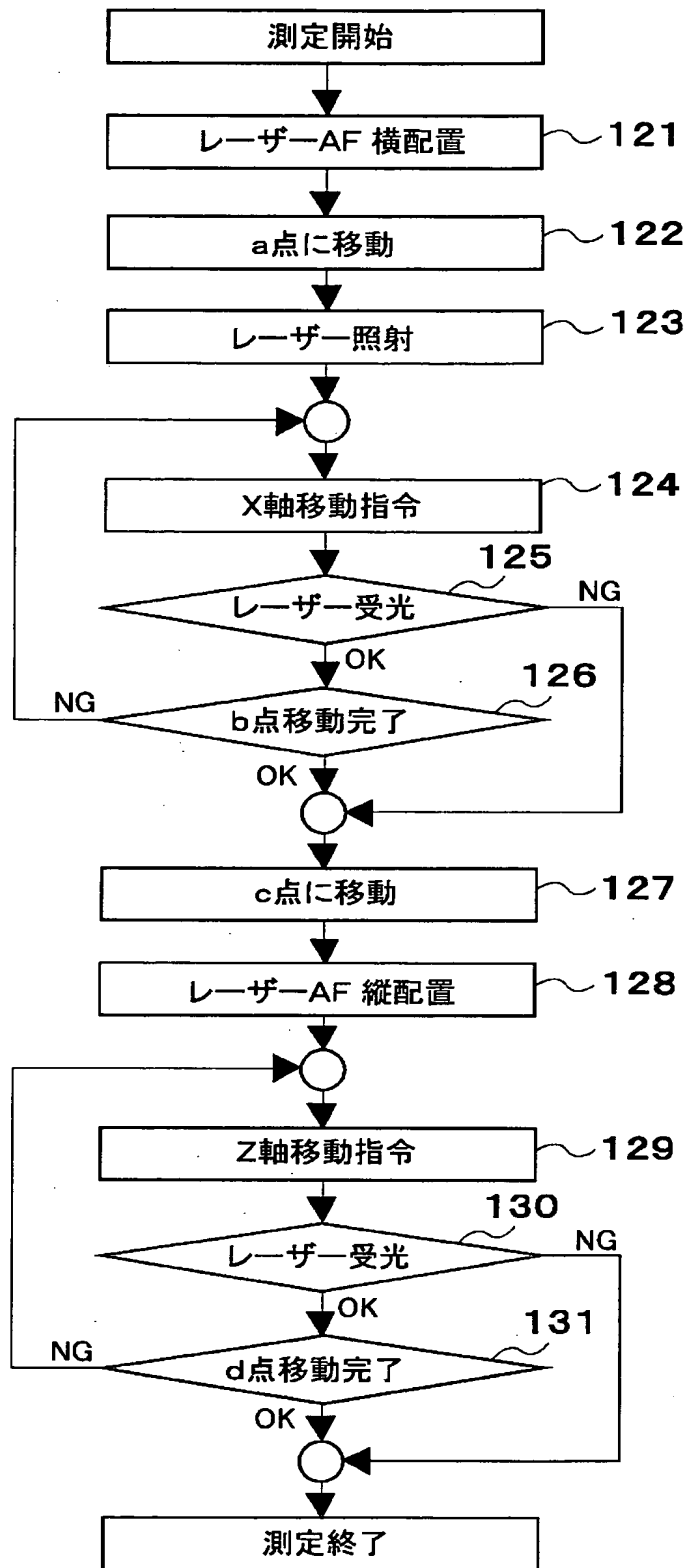
【図11】

図11



【図12】

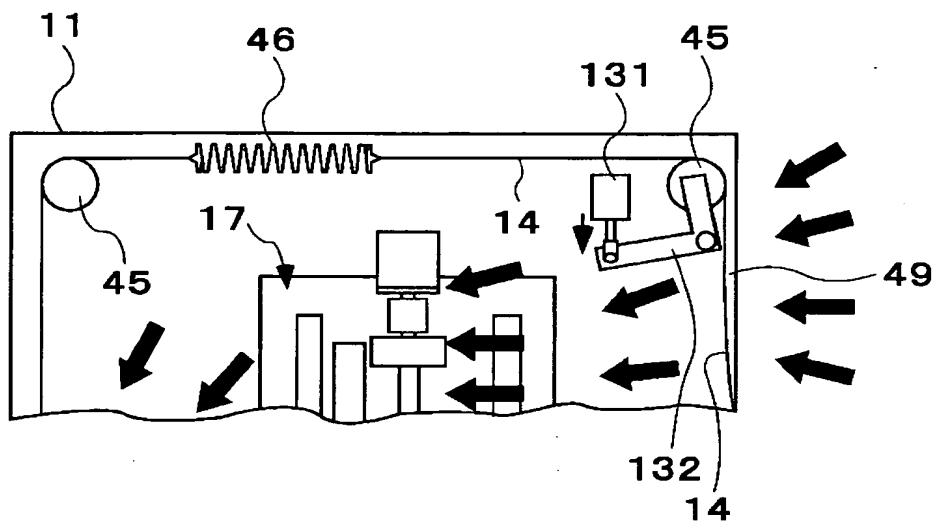
図12



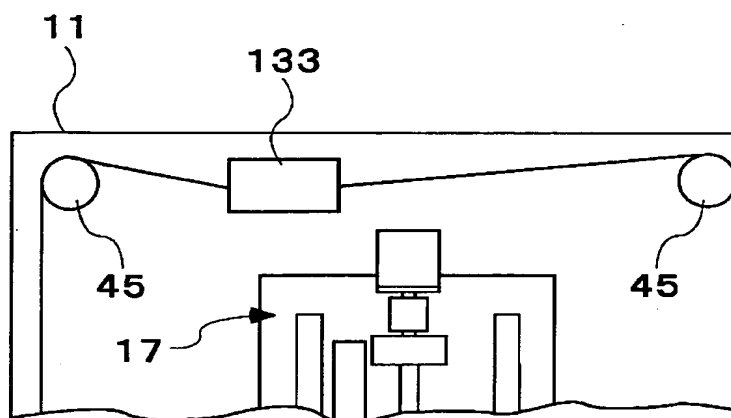
【図13】

図13

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 キャリアに収容された半導体ウエハの姿勢を精度良く測定することのできる形状測定機を提供する。

【解決手段】 測定対象 1 8 を搭載するためのステージ 1 2, 2 0 と、測定対象 1 8 を撮像するための撮像部 2 4 と、測定対象 1 8 の測定すべき部位まで撮像部 2 4 を相対的に移動させる移動部とを有する。移動部は、ステージ 1 2, 2 0 を移動させることなく、撮像部 2 4 を移動させることにより、前記部位まで撮像部 2 4 を移動させる。このような構成にすることにより、移動による振動や衝撃がキャリア 1 8 に加わらないため、キャリア 1 8 内に半導体ウエハを収容したままでも、キャリア 1 8 の姿勢がずれたり半導体ウエハがずれたりすることなく高精度に測定を行うことができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン